

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USP)

01807.002426



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
	:	Examiner: Unassigned
Herve LE FLOCH)	
	:	Group Art Unit: Unassigned
Appln. No.: 10/735,659)	
	:	
Filed: December 16, 2003)	
	:	
For: INSERTION AND EXTRACTION)	February 6, 2003
OF A MESSAGE IN AN IMAGE	:	

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following French application:

0216038, filed December 17, 2002.

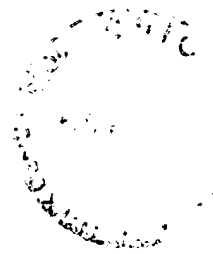
Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicant
Brian L. Klock
Registration No. 36,570

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

BLK/lmj



THIS PAGE BLANK (USP)

10/735,659

HERVE LE FLOCH

"INSERTION AND EXTRACTION OF
A MESSAGE IN AN IMAGE"

R E P U B L I Q U E F R A N C A I S E



nr 16028,
Nouvellet
①

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 15 DEC. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

1er dépôt

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa
N° 11354*02

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

CS 510 W 01/2001

REMISE DES PIÈCES DATE 17 DEC 2002 LIEU 75 INPI PARIS B N° D'ENREGISTREMENT 0216038 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 17 DEC. 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE RINUY, SANTARELLI 14, avenue de la Grande Armée 75017 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) BIF023213/ML/MPA			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Insertion et extraction d'un message dans une image			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		CANON KABUSHIKI KAISHA	
Prénoms			
Forme juridique		Société de droit Japonais	
N° SIREN		_____	
Code APE-NAF		_____	
Domicile ou siège		30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku,	
Rue		Tokyo	
Code postal et ville		_____	
Pays		JAPON	
Nationalité		JAPONAISE	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI 17 DEC 2002 75 INPI PARIS B 0216038	DR 040 W / 010701
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		BIF023213/ML/MPA	
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu) Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		RINUY, SANTARELLI 14 Avenue de la Grande Armée 75017 PARIS FRANCE 01 40 55 43 43	
7 INVENTEUR (S) Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE Établissement immédiat ou établissement différé		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	
Bruno QUANTIN N°92.1206 RINUY, SANTARELLI		MME BLANCANEUX	

5

10 La présente invention concerne un procédé d'insertion d'un message tel qu'une marque secrète dans un signal numérique.

Elle concerne également un procédé d'extraction d'un message inséré dans un signal numérique.

Corrélativement, la présente invention concerne un dispositif
15 d'insertion d'un message et un dispositif d'extraction du message, adaptés respectivement à mettre en œuvre les procédés d'insertion et d'extraction conformes à l'invention.

Le signal numérique considéré dans la suite sera plus particulièrement un signal d'image numérique.

20 L'insertion de message envisagée dans le cadre de l'invention s'inscrit dans le domaine technique du marquage (watermarking en anglais) des données numériques qui peut s'interpréter comme l'insertion d'un sceau dans les données numériques, permettant par exemple d'authentifier le contenu d'un fichier de données numériques. Ce marquage est également
25 appelé tatouage numérique.

Le marquage comporte de manière générale la modification de coefficients représentatifs de l'image numérique. Cette modification est imperceptible à l'œil, mais peut être décodée par un décodeur approprié.

On s'intéresse ici à l'insertion robuste d'un message.

30 L'insertion d'un message est dite robuste si le message peut ultérieurement être extrait même si l'image a subi des distorsions géométriques

telles que découpage d'une partie de l'image, changement d'échelle ou rotation.

Pour obtenir une telle robustesse, des solutions ont été proposées.

Le document « Data hiding for video-in-video » de M.D. Swanson, B. Zhu et A.H. Tewfik, paru dans International Conference on Image Processing, 1997, p. 676-679, propose un procédé d'insertion de message dans une image selon lequel une image est découpée en blocs, puis chacun de ces blocs est transformé selon une transformation de type DCT (d'après l'anglais Discrete cosine Transform).

Les coefficients des blocs transformés sont ensuite modifiés de sorte que la projection de ces blocs sur des séquences pseudo-aléatoires soient quantifiées selon l'une de deux valeurs, choisie en fonction de la valeur du symbole binaire que l'on souhaite insérer dans le bloc.

Ce procédé n'est pas robuste aux distorsions géométriques, puisque le découpage en blocs ne peut pas être reproduit après distorsion géométrique.

Le document « Preprocessed and postprocessed quantization index modulation methods for digital watermarking » de B.Chen et G.W. Wornell, paru dans Security and watermarking of multimedia content (E100), San Jose, janvier 2000, ainsi que le document « Provably robust digital watermarking » paru dans Proc. Of SPIE : Multimedia systems and applications II, Vol. 3845, des mêmes auteurs, présentent une insertion de message dans une image selon laquelle des valeurs binaires sont insérées par quantification scalaire ou vectorielle d'un ou de plusieurs pixels de l'image.

Par exemple, si la quantification scalaire est utilisée, un pixel est modifié en sa valeur quantifiée par un premier quantificateur si la valeur à insérer est zéro ou par un second quantificateur si la valeur à insérer est un.

L'extraction est réalisée par identification du quantificateur utilisé pour chaque pixel.

Ce procédé n'est pas robuste aux distorsions géométriques. En effet, selon ce procédé, les bits à insérer sont associés aux pixels de l'image selon un découpage prédéfini. En cas de distorsion géométrique entre l'insertion et l'extraction, il n'est plus possible de retrouver ce découpage. Par

conséquent, l'association entre pixel et bit du message ne peut plus être effectuée et l'extraction devient impossible.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients de la technique antérieure, en fournissant un procédé et un dispositif d'insertion de message dans une image numérique qui soit robuste à des transformations géométriques telles que découpage, changement d'échelle ou rotation.

A cette fin, l'invention propose un procédé d'insertion d'un message dans une image, le message comportant des symboles binaires qui sont chacun référencés par un indice, caractérisé en ce qu'il comporte, pour un coefficient de l'image, les étapes de :

- détermination d'une valeur marquée du coefficient, en fonction de la valeur binaire d'un symbole du message et en fonction de l'indice du symbole,
- insertion de la valeur marquée à la place de la valeur du coefficient.

L'invention permet de réaliser une insertion de message dans une image qui est robuste à des transformations géométriques telles que découpage, changement d'échelle ou rotation. En effet, un pixel de l'image est modifié en fonction de la valeur d'un symbole binaire à insérer et en fonction de l'indice de ce symbole binaire dans le message. La valeur modifiée du pixel porte ces deux informations qui permettent l'extraction ultérieure du symbole inséré, même en cas de distorsion géométrique.

Selon une caractéristique préférée, la valeur marquée est sélectionnée dans une plage de valeurs déterminée autour de la valeur du coefficient en fonction d'un modèle psycho-visuel.

Ainsi, la modification des pixels reste invisible.

Selon une caractéristique préférée, la détermination d'une valeur marquée du coefficient comporte :

- sélection d'une valeur modifiée du coefficient,

- détermination d'un indice de symbole, en fonction de la valeur modifiée et d'une première fonction prédéterminée,

- détermination de la valeur du symbole du message correspondant à l'indice prédéterminé,

5 - vérification que la valeur du symbole précédemment déterminé correspond à la transformation de la valeur modifiée par une seconde fonction prédéterminée.

Cela permet de s'assurer que la valeur modifiée du pixel porte à la fois l'information de la valeur du symbole binaire et de son indice dans le
10 message.

Selon une caractéristique préférée, si la valeur du symbole précédemment déterminé correspond à la transformation de la valeur modifiée par une seconde fonction prédéterminée, le procédé comporte l'étape de :

- test pour déterminer si le nombre de fois où le symbole a déjà été
15 inséré dans un coefficient de l'image est le plus faible parmi tous les symboles dont l'indice a été déterminé en fonction de la valeur modifiée et de la première fonction prédéterminée et dont la valeur correspond à la transformation de la valeur modifiée par la seconde fonction prédéterminée, pour le coefficient considéré.

20 Ainsi, c'est le symbole qui aura été le moins souvent inséré dans l'image qui sera choisi. Globalement, le procédé tend à insérer les symboles du message chacun un même nombre de fois dans l'image.

Selon une caractéristique préférée, l'insertion des symboles binaires est réalisée sur la valeur de luminance des pixels de l'image. Cela donne de
25 bons résultats expérimentaux.

L'invention a également trait à un procédé d'extraction d'un message depuis une image, le message ayant été inséré par le procédé précédemment présenté, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

30 - calcul d'un indice de symbole et d'une valeur binaire en fonction de la valeur marquée du coefficient, pour chaque coefficient de l'image,

- cumul du nombre de chacune des valeurs binaires obtenues pour chacun des symboles,

- attribution à chaque symbole de la valeur binaire ayant le plus grand cumul.

5 Selon une caractéristique préférée, pour un coefficient, l'indice de symbole est déterminé en fonction de la valeur marquée du coefficient et de la première fonction prédéterminée.

 Selon une caractéristique préférée, pour un coefficient, la valeur binaire du symbole est déterminée en fonction de la valeur marquée du coefficient et de la seconde fonction prédéterminée.

10

 Selon un second mode de réalisation, le procédé d'extraction d'un message depuis une image, le message ayant été inséré par le procédé précédemment présenté, est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- calcul d'un indice de symbole en fonction de la valeur marquée du coefficient, pour chaque coefficient de l'image,

15

- calcul d'une première et d'une seconde valeur en fonction de la valeur marquée, pour chaque coefficient de l'image,

- premier cumul des valeurs absolues des différences entre la valeur marquée et la première valeur, pour chaque symbole,

- second cumul des valeurs absolues des différences entre la valeur marquée et la seconde valeur, pour chaque symbole,

20

- attribution à chaque symbole d'une valeur binaire en fonction du plus petit cumul parmi le premier et le second cumul.

25 Corrélativement, l'invention concerne un dispositif d'insertion d'un message dans une image, le message comportant des symboles binaires qui sont chacun référencés par un indice, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de détermination d'une valeur marquée d'un coefficient de l'image, en fonction de la valeur binaire d'un symbole du message et en fonction de l'indice du symbole,

30

- des moyens d'insertion de la valeur marquée à la place de la valeur du coefficient.

Le dispositif d'insertion selon l'invention comporte des moyens de mise en œuvre des caractéristiques précédemment exposées.

L'invention concerne aussi un dispositif d'extraction comportant des moyens de mise en œuvre des caractéristiques précédemment présentées.

5 Le dispositif d'insertion, le procédé et le dispositif d'extraction présentent des avantages analogues à ceux précédemment présentés.

L'invention concerne aussi un appareil numérique incluant le dispositif selon l'invention ou des moyens de mise en œuvre du procédé selon l'invention. Cet appareil numérique est par exemple un appareil photographique
10 numérique, un caméscope numérique, un scanner, une imprimante, un photocopieur, un télécopieur. Les avantages du dispositif et de l'appareil numérique sont identiques à ceux précédemment exposés.

Un moyen de stockage d'information, lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non au dispositif, éventuellement amovible,
15 mémorise un programme mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

Un programme d'ordinateur lisible par un microprocesseur et comportant une ou plusieurs séquence d'instructions est apte à mettre en œuvre les procédés selon l'invention.

20 Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture d'un mode préféré de réalisation illustré par les dessins ci-joints, dans lesquels :

- la figure 1 est un mode de réalisation d'un dispositif mettant en œuvre l'invention,
- 25 - la figure 2 représente un dispositif d'insertion d'un message dans une image, selon l'invention, et un dispositif d'extraction correspondant,
- la figure 3 représente un mode de réalisation de procédé d'insertion d'un message dans une image, selon l'invention,
- la figure 4 représente un premier mode de réalisation de procédé
30 d'extraction d'un message depuis une image, selon l'invention,
- la figure 5 représente un second mode de réalisation de procédé d'extraction d'un message depuis une image, selon l'invention.

Selon le mode de réalisation choisi et représenté à la **figure 1**, un dispositif mettant en œuvre l'invention est par exemple un micro-ordinateur 10 connecté à différents périphériques, par exemple une caméra numérique 107 (ou un scanner, ou tout moyen d'acquisition ou de stockage d'image) reliée à une carte graphique et fournissant des informations à traiter selon l'invention.

Le dispositif 10 comporte une interface de communication 112 reliée à un réseau 113 apte à transmettre des données numériques à traiter ou inversement à transmettre des données traitées par le dispositif. Le dispositif 10 comporte également un moyen de stockage 108 tel que par exemple un disque dur. Il comporte aussi un lecteur 109 de disque 110. Ce disque 110 peut être une disquette, un CD-ROM ou un DVD-ROM, par exemple. Le disque 110 comme le disque 108 peuvent contenir des données traitées selon l'invention ainsi que le ou les programmes mettant en œuvre l'invention qui, une fois lu par le dispositif 10, sera stocké dans le disque dur 108. Selon une variante, le programme permettant au dispositif de mettre en œuvre l'invention, pourra être stocké en mémoire morte 102 (appelée ROM sur le dessin). En seconde variante, le programme pourra être reçu pour être stocké de façon identique à celle décrite précédemment par l'intermédiaire du réseau de communication 113.

Le dispositif 10 est relié à un microphone 111. Les données à traiter selon l'invention seront dans ce cas du signal audio.

Ce même dispositif possède un écran 104 permettant de visualiser les données à traiter ou de servir d'interface avec l'utilisateur qui peut ainsi paramétrer certains modes de traitement, à l'aide du clavier 114 ou de tout autre moyen (souris par exemple).

L'unité centrale 100 (appelée CPU sur le dessin) exécute les instructions relatives à la mise en œuvre de l'invention, instructions stockées dans la mémoire morte 102 ou dans les autres éléments de stockage. Lors de la mise sous tension, les programmes de traitement stockés dans une mémoire non volatile, par exemple la ROM 102, sont transférés dans la mémoire vive RAM 103 qui contiendra alors le code exécutable de l'invention ainsi que des

registres pour mémoriser les variables nécessaires à la mise en œuvre de l'invention.

De manière plus générale, un moyen de stockage d'information, lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non au
5 dispositif, éventuellement amovible, mémorise un programme mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

Le bus de communication 101 permet la communication entre les différents éléments inclus dans le micro-ordinateur 10 ou reliés à lui. La représentation du bus 101 n'est pas limitative et notamment l'unité centrale 100
10 est susceptible de communiquer des instructions à tout élément du micro-ordinateur 10 directement ou par l'intermédiaire d'un autre élément du micro-ordinateur 10.

Un mode de réalisation de dispositif d'insertion d'un message dans
15 une image selon l'invention est décrit en référence à la **figure 2**. Le dispositif d'insertion est intégré dans un appareil, qui est par exemple un appareil photographique numérique, un caméscope numérique, un scanner, une imprimante, un photocopieur, un télécopieur, un système de gestion de base de données ou encore un ordinateur.

20 L'image numérique IM est fournie par une source 1. L'image IM est constituée d'une suite d'échantillons numériques. Une image originale IM peut être représentée par une série de pixels codés par exemple sur 8 bits ou octets. L'image IM noir et blanc peut ainsi être décomposée dans le domaine spatial en un ensemble de coefficients sur 256 niveaux de gris, chaque valeur
25 de coefficient représentant un pixel de l'image IM.

Le message M à insérer est formé de caractères alphanumériques qui sont transformés en un code binaire. Ce code binaire est mémorisé dans une mémoire 3.

De manière générale, un dispositif d'insertion 2 est assimilable à un
30 codeur qui code un message dans une image IM. Une image marquée I' est fournie en sortie du codeur 2.

Le dispositif d'insertion selon l'invention comporte :

- des moyens 21 de détermination d'une valeur marquée Y'_n d'un coefficient de l'image, en fonction de la valeur binaire d'un symbole du message et en fonction de l'indice du symbole,

- des moyens 22 d'insertion de la valeur marquée à la place de la
5 valeur du coefficient.

Le fonctionnement du dispositif d'insertion sera détaillé dans la suite.

L'image I' peut subir différents traitements, tels que compression et décompression ou des distorsions géométriques : découpage, changement d'échelle ou rotation par exemple. Ces traitements sont effectués par un
10 dispositif 4. Le résultat est une image I'' .

L'image I'' est fournie à un décodeur 5, qui effectue l'extraction du message M .

Le dispositif d'extraction selon l'invention comporte :

- des moyens 51 de calcul d'un indice de symbole et d'une valeur
15 binaire en fonction de la valeur marquée du coefficient, pour chaque coefficient de l'image,

- des moyens 51 de cumul du nombre de chacune des valeurs binaires obtenues pour chacun des symboles,

- des moyens 52 d'attribution à chaque symbole de la valeur binaire
20 ayant le plus grand cumul.

Le fonctionnement du dispositif d'extraction sera détaillé dans la suite.

La **figure 3** représente un mode de réalisation de procédé
25 d'insertion d'un message dans une image IM , selon l'invention. Ce procédé est mis en œuvre dans le dispositif de codage et comporte des étapes E1 à E12.

Le procédé est réalisé sous la forme d'un algorithme qui peut être mémorisé en totalité ou en partie dans tout moyen de stockage d'information capable de coopérer avec le microprocesseur. Ce moyen de stockage est
30 lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur. Ce moyen de stockage est intégré ou non au dispositif, et peut être amovible. Par exemple, il peut

comporter une bande magnétique, une disquette ou un CD-ROM (disque compact à mémoire figée).

L'étape E1 est une initialisation à laquelle un tableau OC comportant autant de valeurs que de bits du message M à insérer dans l'image IM. Une
5 valeur OC_i du tableau OC indique le nombre de fois où le bit B_i du message a été inséré dans un coefficient de l'image.

L'étape suivante E2 est le calcul d'un modèle psycho-visuel MV sur l'image IM. Le modèle psycho-visuel MV représente en chaque pixel de l'image la valeur maximale de modification admissible sur la valeur du pixel sans que
10 cela soit perceptible. En anglais, on parle de « Just Noticeable Difference » (JND).

Ce calcul est classique. Par exemple, l'article « A perceptually tuned subband image coder based on the measure of just noticeable distortion profile », de C. H. Chou et Y. C. Li, dans IEEE Trans. On circuits and systems
15 for video technology, 5(6) : 467-476, 1995, décrit une telle méthode.

Le modèle psycho-visuel a pour résultat une distorsion maximale ϵ_n en tout pixel P_n de l'image.

L'étape suivante E3 est la sélection d'un pixel P_n de l'image. Dans la suite, les pixels sont traités un par un, et sont sélectionnés soit dans un ordre
20 aléatoire, soit dans un ordre prédéterminé, par exemple de la gauche vers la droite et de haut en bas.

Dans le mode préféré de réalisation, les symboles binaires de message sont insérés sur les composantes de luminance des pixels. Si l'image est exprimée par des composantes de couleurs, elle est préalablement
25 convertie en composantes de luminance et chrominances. En variante, l'insertion peut être effectuée sur les composantes de couleur.

Dans la suite, on considère la composante de luminance Y_n de chaque pixel P_n de l'image.

A l'étape suivante E4, une variable IND_n est initialisée à la valeur -1.
30 La variable IND_n est associée au pixel courant P_n . Une valeur marquée de luminance Y'_n pour le pixel courant est initialisée à la valeur Y_n .

A l'étape suivante E5, une variable de luminance Y est initialisée à la valeur $Y_n - \varepsilon_n$. Pour le pixel courant P_n , la variable de luminance Y va prendre dans la suite toutes les valeurs entre $(Y_n - \varepsilon_n)$ et $(Y_n + \varepsilon_n)$ par pas de une unité.

L'étape suivante E6 est tout d'abord la détermination d'un indice i de bit à insérer sur la luminance courante Y_n . Cette détermination est effectuée en fonction de la variable de luminance courante Y : $i = f_1(Y)$.

L'indice i du bit à insérer est déterminé de la manière suivante :

Le reste de la division entière de la luminance courante Y par un multiple entier α de la longueur du message est calculé. L'indice i est égal au résultat de la division entière de ce calcul, par ce même multiple α . L'entier α représente un pas

Par exemple, si la longueur du message à insérer est de 32 bits et si l'entier α est égal à quatre, on obtient les résultats suivants :

Pour $Y \in [0, 4[$, $i = 0$,
 15 Pour $Y \in [4, 8[$, $i = 1$,
 Pour $Y \in [8, 12[$, $i = 2$,

 Pour $Y \in [124, 128[$, $i = 31$,
 Pour $Y \in [128, 132[$, $i = 0$,
 20

A l'étape E6, la valeur binaire b du bit d'indice i est en outre extraite du message.

L'étape E6 comporte également la détermination d'une seconde valeur binaire b' en fonction de la variable de luminance courante Y : $b' = f_2(Y)$.

La valeur binaire b' est déterminée de la manière suivante :

$b' = 1$ si le reste de la division entière de Y par la valeur α est strictement inférieur à $\alpha/2$,

$b' = 0$ si le reste de la division entière de Y par la valeur α est supérieur ou égal à $\alpha/2$.

Ainsi, si la valeur α est égale à quatre, on a :

$b' = 1$ pour Y compris dans les intervalles $[0, 2[$, $[4, 6[$, $[8, 10[$..., et
 $b' = 0$ pour Y compris dans les intervalles $[2, 4[$, $[6, 8[$, $[10, 12[$

L'étape suivante E7 est un test pour déterminer si les valeurs
 5 binaires b et b' déterminées à l'étape précédente sont égales.

Si la réponse est négative, cela signifie que la valeur courante de
 luminance Y déterminée à l'étape E5 n'est pas une valeur marquée admissible.
 Dans ce cas, l'étape E7 est suivie de l'étape E10 à laquelle la valeur courante
 de luminance Y est incrémentée de une unité tant que la valeur limite $(Y_n + \varepsilon_n)$
 10 n'a pas été atteinte.

L'étape E10 est suivie de l'étape E6 précédemment décrite. Lorsqu'à
 l'issue de l'étape E10, toutes les valeurs de luminance ont été testées entre $(Y_n - \varepsilon_n)$ et $(Y_n + \varepsilon_n)$, cette étape est suivie de l'étape E11 qui est décrite dans la
 suite.

15 Lorsque la réponse est positive à l'étape E7, cela signifie que la
 valeur de luminance courante Y est une valeur marquée admissible. Dans ce
 cas, l'étape E7 est suivie de l'étape E8 qui est un test pour déterminer si le
 nombre de fois OC_i où le bit B_i du message a été inséré dans un coefficient de
 l'image est strictement inférieur au nombre de fois où le bit d'indice IND_n a été
 20 inséré dans un coefficient de l'image.

Si la réponse est positive, cela signifie que le bit d'indice i déterminé
 à l'étape E6 est celui qui a été le moins souvent inséré dans les coefficients de
 l'image, parmi les bits déterminés lors de passages précédents par l'étape E6
 et satisfaisants la condition de l'étape E7, pour le pixel courant de l'image.

25 Lorsque la valeur IND_n est égale à sa valeur d'initialisation -1 , cela
 signifie que le bit d'indice i déterminé à l'étape E6 est le premier bit satisfaisant
 la condition de l'étape E7 pour le pixel courant de l'image.

Dans ces deux cas, l'étape E8 est suivie de l'étape E9 à laquelle la
 valeur marquée Y'_n pour le pixel courant P_n est mise à la valeur courante Y et la
 30 variable IND_n est mise à la valeur i . Ainsi, le bit B_i de valeur binaire b et d'indice
 i est non seulement insérable sur la luminance du pixel courant, mais il est
 aussi le bit qui a été le moins souvent inséré parmi les bits insérables sur le

pixel considéré. Ainsi, le procédé cherche à insérer tous les bits du message un même nombre de fois. Tous les bits sont insérés avec une même robustesse.

Tant que toutes les valeurs possibles de luminance n'ont pas été considérées pour le pixel courant P_n , l'étape E9 est suivie de l'étape E10
5 précédemment décrite pour considérer une nouvelle valeur de luminance pour le pixel courant.

Lorsque toutes les valeurs possibles de luminance ont été considérées pour le pixel courant, alors l'étape E9 est suivie de l'étape E11.

A l'étape E11, la valeur de luminance Y_n est remplacée par la valeur
10 marquée Y'_n déterminée lors du dernier passage par l'étape E9. En outre, le nombre de fois OC_i où le bit B_i du message a été inséré dans un coefficient de l'image est incrémenté de une unité, avec ici le paramètre i égal à la valeur IND_n déterminée lors du dernier passage par l'étape E9.

Dans le cas où IND_n est égal à -1 à la fin du traitement du pixel P_n ,
15 cela signifie qu'aucun bit du message ne peut être inséré dans la luminance de ce pixel. La valeur marquée Y'_n demeure égale à sa valeur d'initialisation Y_n . Le nombre OC_{IND_n} est incrémenté de une unité, mais ne correspond à aucun bit du message.

Tant que tous les pixels de l'image n'ont pas été traités, l'étape E11
20 est suivie de l'étape E12 à laquelle un pixel suivant est considéré. L'étape E12 est suivie de l'étape E4 précédemment décrite.

Lorsque tous les pixels de l'image ont été traités, alors le marquage de l'image est terminé.

25 La **figure 4** représente un premier mode de réalisation d'extraction de message, préalablement inséré dans une image comme précédemment exposé.

Ce procédé est mis en œuvre dans le dispositif d'extraction et comporte des étapes E20 à E25.

30 Le procédé est réalisé sous la forme d'un algorithme qui peut être mémorisé en totalité ou en partie dans tout moyen de stockage d'information capable de coopérer avec le microprocesseur. Ce moyen de stockage est

lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur. Ce moyen de stockage est intégré ou non au dispositif, et peut être amovible. Par exemple, il peut comporter une bande magnétique, une disquette ou un CD-ROM (disque compact à mémoire figée).

5 L'étape E20 est une initialisation à laquelle deux tableaux contenant chacun autant de valeurs $S_{0,i}$ et $S_{1,i}$ qu'il y a de bits à extraire ont leurs valeurs toutes initialisées à la valeur zéro.

L'étape suivante E21 est la sélection d'un premier pixel de l'image. Comme pour l'insertion, les pixels sont sélectionnés dans un ordre aléatoire ou
10 dans un ordre prédéterminé.

A l'étape suivante E22, un indice i de bit dans le message et une valeur b de bit sont calculés en fonction de la valeur de luminance Y_n du pixel courant P_n .

Ces calculs sont identiques à ceux effectués au cours de l'étape E6
15 de l'insertion. En particulier, on utilise les mêmes fonctions f_1 et f_2 : $i = f_1(Y_n)$ et $b = f_2(Y_n)$.

Si la valeur du bit est zéro, alors le compteur $S_{0,i}$ est incrémenté de une unité.

Si la valeur du bit est un, alors le compteur $S_{1,i}$ est incrémenté de
20 une unité.

L'étape suivante E23 est un test pour déterminer si le pixel courant est le dernier pixel de l'image à traiter. Si la réponse est négative, alors cette étape est suivie de l'étape E24 à laquelle un pixel suivant est considéré. L'étape E24 est suivie de l'étape E22 précédemment décrite.

25 Lorsque la réponse est positive à l'étape E23, alors la valeur de chaque bit du message est déterminée à l'étape E25.

Pour cela, les valeurs $S_{0,i}$ et $S_{1,i}$ sont comparées pour chaque bit d'indice i . Si $S_{0,i}$ est supérieur à $S_{1,i}$, alors le bit d'indice i reçoit la valeur zéro. Inversement, si $S_{1,i}$ est supérieur à $S_{0,i}$, alors le bit d'indice i reçoit la valeur un.

30 Si les valeurs $S_{0,i}$ et $S_{1,i}$ sont nulles, alors la valeur du bit correspondant est indéterminée.

La **figure 5** représente un second mode de réalisation d'extraction du message.

Ce mode de réalisation se différencie du précédent par les étapes E22' et E25' qui remplacent respectivement les étapes E22 et E25 du mode de réalisation précédent. Les autres étapes sont inchangées.

A l'étape E22', l'indice i de bit dans le message est calculé en fonction de la valeur de luminance Y_n du pixel courant P_n , comme lors de l'étape E22.

En outre, deux valeurs Y_1 et Y_2 sont calculées de la manière suivante :

Y_1 est la valeur la plus proche de Y_n vérifiant l'égalité :

$Y_1 = \alpha \cdot n_1 + 3 \cdot \alpha / 4$, avec n_1 un entier quelconque positif, et

Y_2 est la valeur la plus proche de Y_n vérifiant l'égalité :

$Y_2 = \alpha \cdot n_2 + \alpha / 4$, avec n_2 un entier quelconque positif.

La valeur absolue de la différence entre la valeur de luminance courante Y_n et la valeur Y_1 est ajoutée à la somme $S_{0,i}$.

De même, la valeur absolue de la différence entre la valeur de luminance courante Y_n et la valeur Y_2 est ajoutée à la somme $S_{1,i}$.

A l'étape E25', la valeur du bit B_i est zéro si la somme $S_{0,i}$ est strictement inférieure à la somme $S_{1,i}$. La valeur du bit B_i est un si la somme $S_{1,i}$ est inférieure ou égale à la somme $S_{0,i}$.

Si les valeurs $S_{0,i}$ et $S_{1,i}$ sont nulles, alors la valeur du bit correspondant est indéterminée.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais englobe, bien au contraire, toute variante à la portée de l'homme du métier.

REVENDEICATIONS

5 1. Procédé d'insertion d'un message dans une image, le message comportant des symboles binaires qui sont chacun référencés par un indice, caractérisé en ce qu'il comporte, pour un coefficient (Y_n) de l'image, les étapes de :

- détermination (E9) d'une valeur marquée (Y'_n) du coefficient, en
10 fonction de la valeur binaire (b) d'un symbole du message et en fonction de l'indice (i) du symbole,
- insertion (E11) de la valeur marquée à la place de la valeur du coefficient.

15 2. Procédé d'insertion selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur marquée est sélectionnée dans une plage de valeurs déterminée (E2) autour de la valeur du coefficient en fonction d'un modèle psycho-visuel.

20 3. Procédé d'insertion selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la détermination d'une valeur marquée du coefficient comporte :

- sélection (E5) d'une valeur modifiée du coefficient,
- détermination (E6) d'un indice (i) de symbole, en fonction de la valeur modifiée et d'une première fonction prédéterminée,
- détermination (E6) de la valeur (b) du symbole du message
25 correspondant à l'indice prédéterminé,
- vérification (E7) que la valeur (b) du symbole précédemment déterminé correspond à la transformation (b') de la valeur modifiée par une seconde fonction prédéterminée.

30 4. Procédé d'insertion selon la revendication 3, caractérisé en ce que, si la valeur (b) du symbole précédemment déterminé correspond à la

transformation (b') de la valeur modifiée par une seconde fonction prédéterminée, il comporte l'étape de :

- test (E8) pour déterminer si le nombre de fois (OC_i) où le symbole a déjà été inséré dans un coefficient de l'image est le plus faible parmi tous les symboles dont l'indice a été déterminé en fonction de la valeur modifiée et de la première fonction prédéterminée et dont la valeur correspond à la transformation (b') de la valeur modifiée par la seconde fonction prédéterminée, pour le coefficient considéré.

5. Procédé d'insertion selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'insertion des symboles binaires est réalisée sur la valeur de luminance (Y_n) des pixels de l'image.

6. Procédé d'extraction d'un message depuis une image, le message ayant été inséré par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- calcul (E22) d'un indice de symbole et d'une valeur binaire en fonction de la valeur marquée du coefficient, pour chaque coefficient de l'image,
- cumul (E22) du nombre de chacune des valeurs binaires obtenues pour chacun des symboles,
- attribution (E25) à chaque symbole de la valeur binaire ayant le plus grand cumul.

7. Procédé d'extraction selon la revendication 6, caractérisé en ce que, pour un coefficient, l'indice (i) de symbole est déterminé en fonction de la valeur marquée du coefficient et de la première fonction prédéterminée.

8. Procédé d'extraction selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que, pour un coefficient, la valeur binaire (b) du symbole est déterminée en fonction de la valeur marquée du coefficient et de la seconde fonction prédéterminée.

9. Procédé d'extraction d'un message depuis une image, le message ayant été inséré par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- 5 - calcul (E22') d'un indice de symbole en fonction de la valeur marquée du coefficient, pour chaque coefficient de l'image,
- calcul (E22') d'une première et d'une seconde valeur en fonction de la valeur marquée, pour chaque coefficient de l'image,
- premier cumul (E22') des valeurs absolues des différences entre la
- 10 valeur marquée et la première valeur, pour chaque symbole,
- second cumul (E22') des valeurs absolues des différences entre la valeur marquée et la seconde valeur, pour chaque symbole,
- attribution (E25') à chaque symbole d'une valeur binaire en fonction du plus petit cumul parmi le premier et le second cumul.

15

10. Procédé d'extraction selon la revendication 9, caractérisé en ce que, pour un coefficient, l'indice (i) de symbole est déterminé en fonction de la valeur marquée du coefficient et de la première fonction prédéterminée.

20

11. Dispositif d'insertion d'un message dans une image, le message comportant des symboles binaires qui sont chacun référencés par un indice, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (21) de détermination d'une valeur marquée d'un coefficient de l'image, en fonction de la valeur binaire d'un symbole du
- 25 message et en fonction de l'indice du symbole,
- des moyens (22) d'insertion de la valeur marquée à la place de la valeur du coefficient.

12. Dispositif d'insertion selon la revendication 11, caractérisé en ce

30 que les moyens (21) de détermination sont adaptés à sélectionner la valeur marquée dans une plage de valeurs déterminée autour de la valeur du coefficient en fonction d'un modèle psycho-visuel.

13. Dispositif d'insertion selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les moyens de détermination (21) d'une valeur marquée du coefficient comporte :

- 5 - des moyens de sélection d'une valeur modifiée du coefficient,
- des moyens de détermination d'un indice (i) de symbole, en fonction de la valeur modifiée et d'une première fonction prédéterminée,
- des moyens de détermination de la valeur (b) du symbole du message correspondant à l'indice prédéterminé,
- 10 - des moyens de vérification que la valeur (b) du symbole précédemment déterminé correspond à la transformation (b') de la valeur modifiée par une seconde fonction prédéterminée.

14. Dispositif d'insertion selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 15 - des moyens de test, si la valeur (b) du symbole précédemment déterminé correspond à la transformation (b') de la valeur modifiée par une seconde fonction prédéterminée, pour déterminer si le nombre de fois où le symbole a déjà été inséré dans un coefficient de l'image est le plus faible parmi
- 20 tous les symboles dont l'indice a été déterminé en fonction de la valeur modifiée et de la première fonction prédéterminée et dont la valeur correspond à la transformation (b') de la valeur modifiée par la seconde fonction prédéterminée, pour le coefficient considéré.

25 15. Dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce qu'il est adapté à effectuer l'insertion des symboles binaires sur la valeur de luminance (Y_n) des pixels de l'image.

30 16. Dispositif d'extraction (5) d'un message depuis une image, le message ayant été inséré par le dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (51) de calcul d'un indice (i) de symbole et d'une valeur binaire (b) en fonction de la valeur marquée du coefficient, pour chaque coefficient de l'image,

- des moyens (51) de cumul du nombre de chacune des valeurs binaires obtenues pour chacun des symboles,

- des moyens (52) d'attribution à chaque symbole de la valeur binaire ayant le plus grand cumul.

17. Dispositif d'extraction selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il est adapté à déterminer, pour un coefficient, l'indice (i) de symbole en fonction de la valeur marquée du coefficient et de la première fonction prédéterminée.

18. Dispositif d'extraction selon la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce qu'il est adapté à déterminer, pour un coefficient, la valeur binaire (b) du symbole en fonction de la valeur marquée du coefficient et de la seconde fonction prédéterminée.

19. Dispositif d'extraction d'un message depuis une image, le message ayant été inséré par le procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de calcul d'un indice de symbole en fonction de la valeur marquée du coefficient, pour chaque coefficient de l'image,

- des moyens de calcul d'une première et d'une seconde valeur en fonction de la valeur marquée, pour chaque coefficient de l'image,

- des moyens de premier cumul des valeurs absolues des différences entre la valeur marquée et la première valeur, pour chaque symbole,

- des moyens de second cumul des valeurs absolues des différences entre la valeur marquée et la seconde valeur, pour chaque symbole,

- des moyens d'attribution à chaque symbole d'une valeur binaire en fonction du plus petit cumul parmi le premier et le second cumul.

20. Dispositif d'extraction selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il est adapté à déterminer, pour un coefficient, l'indice (i) de symbole en fonction de la valeur marquée du coefficient et de la première fonction prédéterminée.

21. Dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, caractérisé en ce que les moyens de détermination et insertion sont incorporés dans :

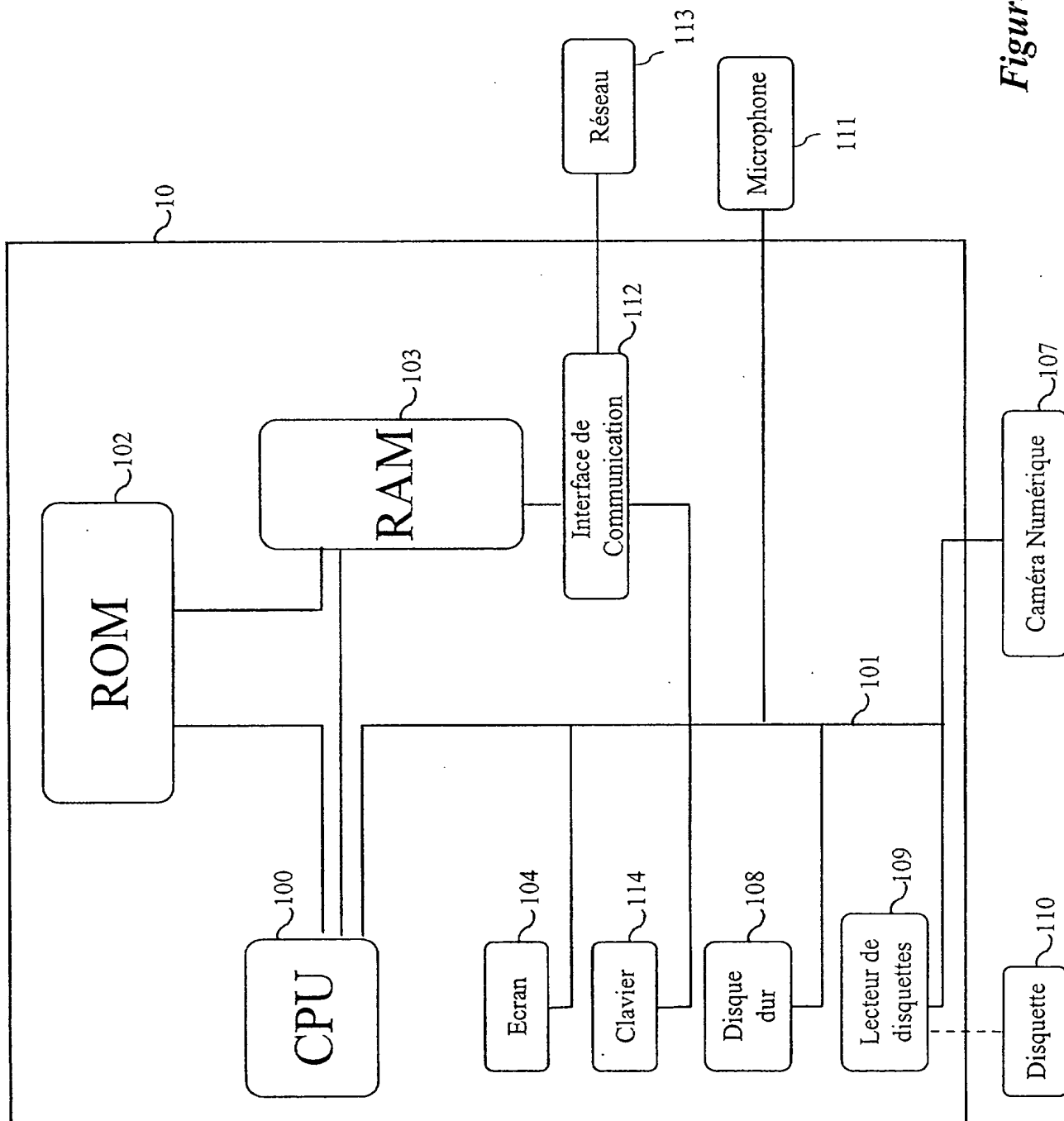
- un microprocesseur (100),
- une mémoire morte (102) comportant un programme pour traiter les données, et
- une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

22. Dispositif d'extraction selon l'une quelconque des revendications 16 à 19, caractérisé en ce que les moyens de calcul, cumul et attribution sont incorporés dans :

- un microprocesseur (100),
- une mémoire morte (102) comportant un programme pour traiter les données, et
- une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

23. Appareil de traitement (10) d'une image numérique, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

24. Appareil de traitement (10) d'une image numérique, caractérisé en ce qu'il comporte le dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 22.

*Figure 1*

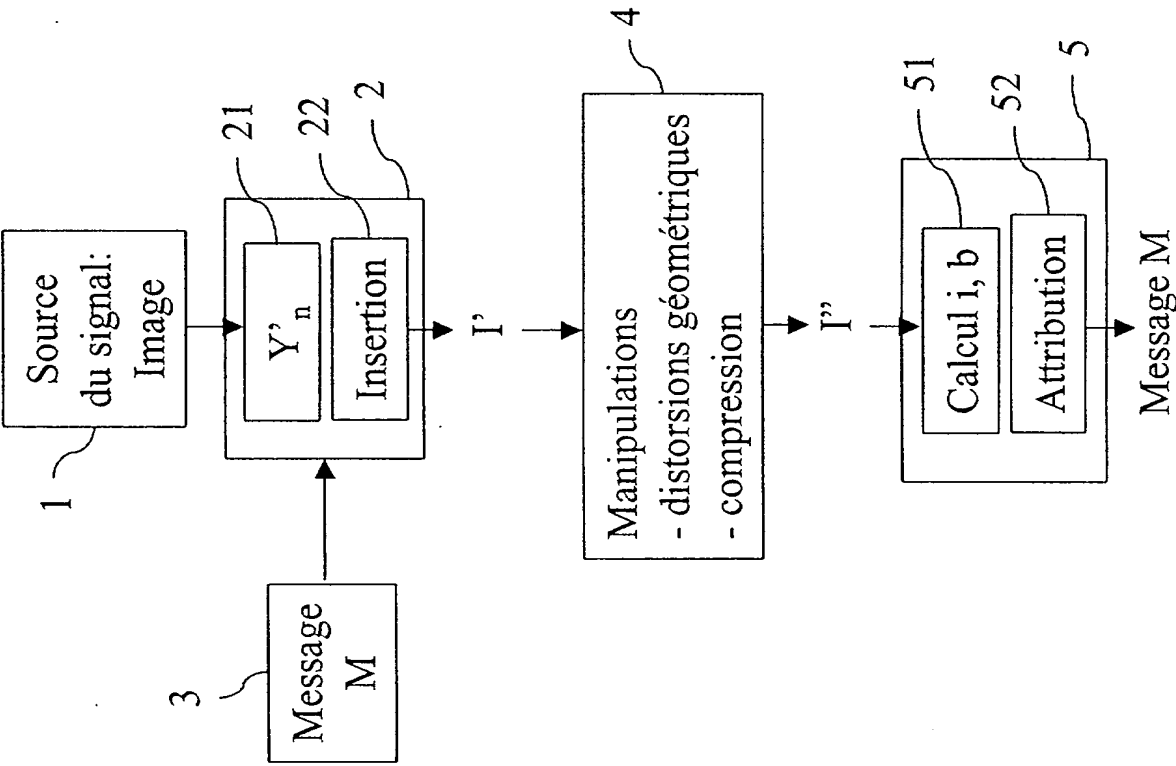


Figure 2

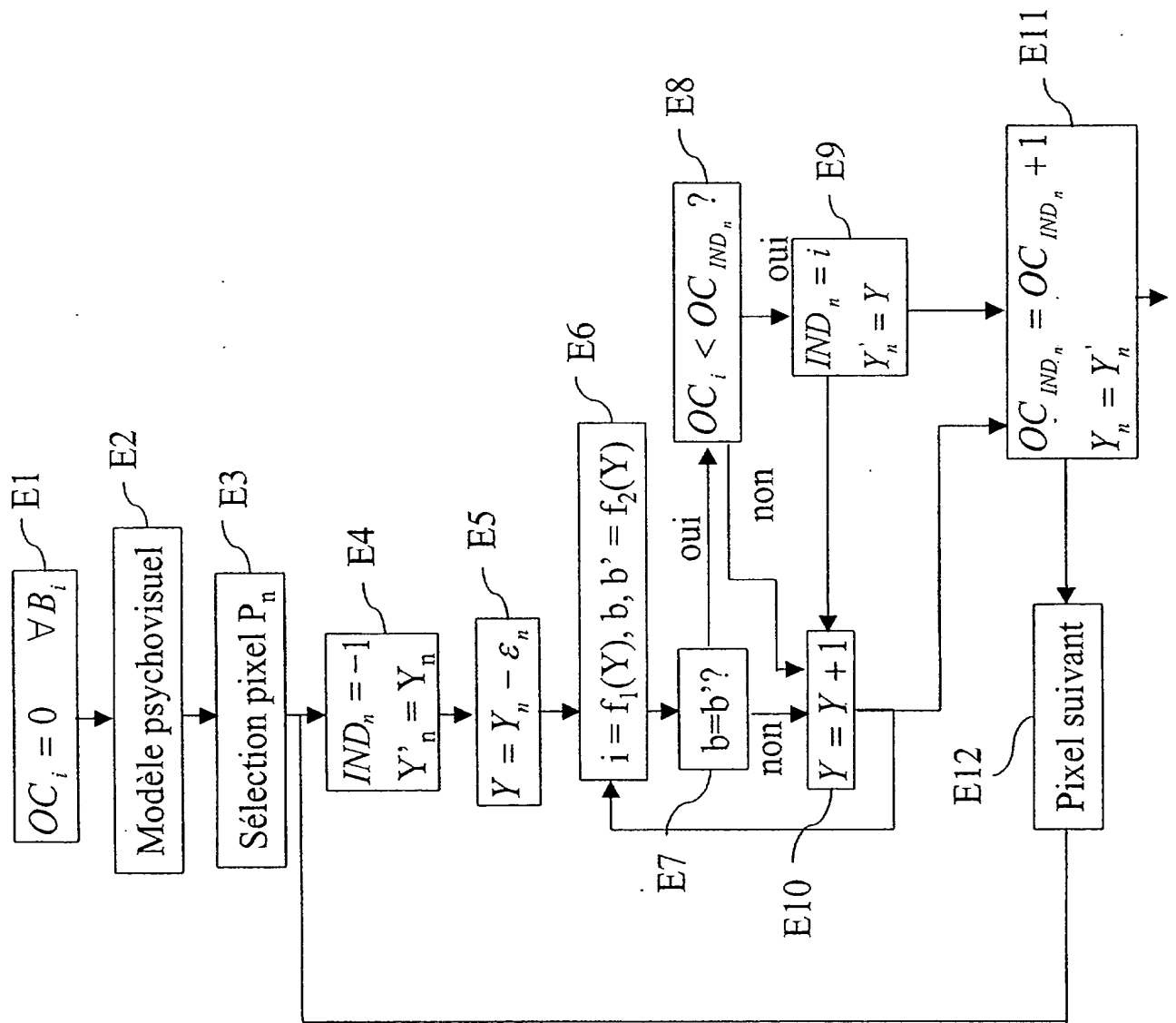


Figure 3

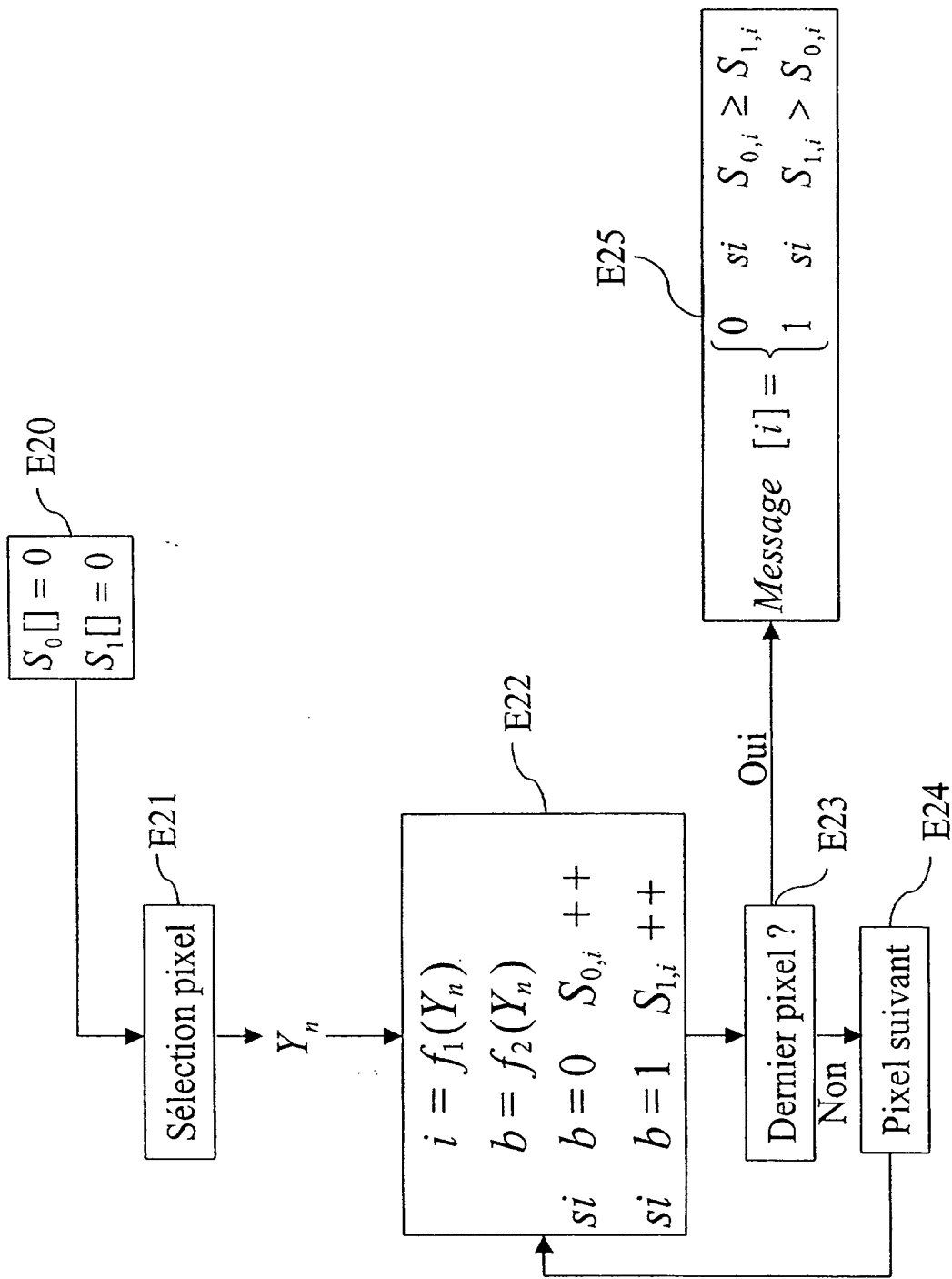


Figure 4

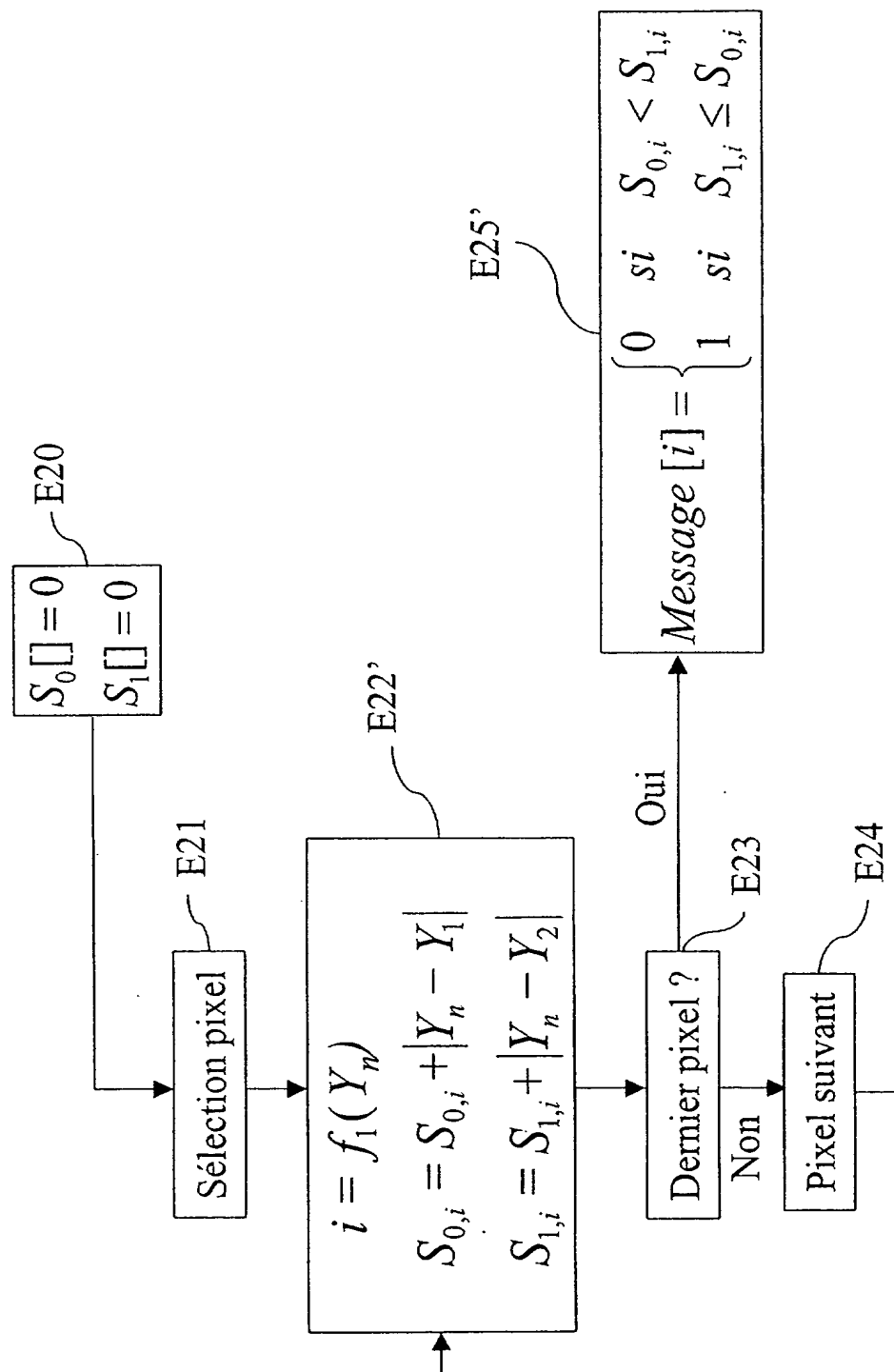


Figure 5



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1./1.

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DD 113 A - 2/0001

Vos références pour ce dossier (facultatif)		BIF023213/ML/MPA	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02 16 038	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Insertion et extraction d'un message dans une image			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
CANON KABUSHIKI KAISHA			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :			
1 Nom		LE FLOCH	
Prénoms		Hervé	
Adresse	Rue	2, rue du Pré des Bonnets Rouges,	
	Code postal et ville	35000 RENNES, France	
Société d'appartenance (facultatif)			
2 Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
3 Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.			
DATE ET SIGNATURE(S)			
DU (DES) DEMANDEUR(S)			
OU DU MANDATAIRE			
(Nom et qualité du signataire)		Le 17 décembre 2002 Bruno QUANTIN N°92.1206 RINUUY, SANTARELLI	